

\* PAT-NO: JP02002108434A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002108434 A  
TITLE: PRODUCTION PLANNING METHOD  
PUBN-DATE: April 10, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OTOKUBO, KENTARO	N/A
KANEKO, KUNIYA	N/A
KONDO, MOTOHISA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOYOTA MOTOR CORP	N/A

APPL-NO: JP2000301655  
APPL-DATE: October 2, 2000

INT-CL (IPC): G05B019/418, G06F017/60

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make a production plan for suppressing total labor cost in a production factory to a minimum by more precisely calculating labor cost.

\* SOLUTION: The number of products by the production plan in the whole production factory is allocated to respective production lines. Cycle time in the respective production lines is temporarily decided and the operation time of the respective production lines is obtained. Thus, the number of workers required in the production line is calculated. The number of the workers is distributed to individual worker types. Thus, the number of distributions to the individual worker types is temporarily decided, labor cost in the production line is calculated and the sum total is obtained. Consequently, total labor cost in the whole production factory is calculated. In the processing, total labor cost is obtained while the number of distributions to the individual worker types, cycle time, the distribution number of production plans to the production lines are adjusted. Thus, total labor cost which finally becomes minimum is obtained and labor cost, operation time, cycle time, the number of workers and distribution by individual worker types in the respective production lines when total labor cost becomes minimum are decided.

COPYRIGHT: (C)2002, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-108434

(P2002-108434A)

(43) 公開日 平成14年4月10日 (2002.4.10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マコ-ト\*(参考)

G 0 5 B 19/418

G 0 5 B 19/418

Z 5 B 0 4 9

G 0 6 F 17/60

1 0 8

G 0 6 F 17/60

1 0 8

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-301655(P2000-301655)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(22) 出願日 平成12年10月2日(2000.10.2)

(72) 発明者 音座 健太郎

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 金子 邦也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

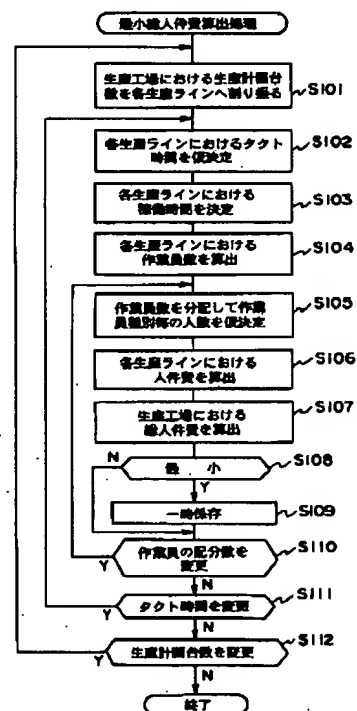
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生産計画立案方法

(57) 【要約】

【課題】 人件費をより正確に算出することによって生産工場における総人件費を最小に抑えることのできる生産計画を立案する。

【解決手段】 生産工場全体における生産計画台数を各生産ラインに割り振る。各生産ラインにおけるタクト時間を仮決定して各生産ラインの稼働時間を求めることにより当該生産ラインにおいて必要な作業員数を算出する。そして、その作業員数を作業員種別に分配することで各作業員種別への配分数を仮決定し、当該生産ラインにおける人件費を算出し、この総和を求めることで生産工場全体における総人件費を算出する。この処理の中で各作業員種別への配分数、タクト時間、各生産ラインへの生産計画台数の配分数を調整しながら総人件費を求めることで、最終的に最小となる総人件費が求まると共に、総人件費が最小となるときの各生産ラインにおける人件費、稼働時間、タクト時間、作業員数及び作業員種別の配分が決まる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の生産ラインにより製品を生産するための生産計画を複数の稼働日を含む計画対象期間毎に立案する生産計画立案装置において、  
計画対象期間における生産計画量を生産ライン毎に割り振る生産ライン毎生産計画量仮決定ステップと、  
各生産ラインにおけるタクト時間と生産計画量と稼働時間との関係に基づき、仮決定した各生産ラインにおけるタクト時間及び生産ライン毎生産計画量に応じた当該計画対象期間における各生産ラインの稼働時間を求める稼働時間設定ステップと、  
設定された稼働時間に基づき各生産ラインにおいて必要とする作業員数を算出する作業員数算出ステップと、  
算出された作業員数を時間給の異なる各作業員種別に配分した後に各生産ラインにおける人件費を算出する生産ライン毎人件費算出ステップと、  
各生産ラインにおける人件費を集計することによって全生産ラインにおける総人件費を算出する総人件費算出ステップと、  
を含み、各生産ラインに割り振る生産計画量、タクト時間及び作業員数の各作業員種別への配分数を調整しつつ最小となる総人件費を求めることを特徴とする生産計画立案方法。

【請求項2】 請求項1記載の生産計画立案方法において、  
全生産ラインにおける総人件費をベトリネットモデルを用いて算出することを特徴とする生産計画立案方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は生産計画立案方法、特に複数の生産ラインにおいて要する人件費の削減に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 車両の製造メーカー等においては、生産ラインにおいて多品種に及ぶ車両等を生産している。通常、各生産ラインにおける一連の生産作業工程を複数の工程に分割して各作業員に割り振り、稼働時間を所定の時間長に分割して形成されるタクト時間内で各作業員に所定の作業をさせている。製造メーカーにおいては、予め立案された生産計画に基づき車両生産を行うが、生産計画は、生産効率をより向上させることは当然のこと、製造コストがより安くなるように立案される。

【0003】 例えば、特開2000-76345号公報には、経験に頼らず、設計部門と製造工場において設計から製造に至るまで、実態に即した生産能力・コスト検討を支援する生産能力・コスト検討支援装置が開示されている。この従来例においては、設計から製造に至るまでの人件費、製造経費などから生産能力やコストを算出している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来例においては、予め設定された生産計画台数を達成する際に要する人件費を算出する際に生産ラインの稼働条件としてタクト時間を考慮していないので、人件費が最小となるとは限らない。すなわち、稼働日毎の生産計画台数は、通常、計画対象期間である月単位に設定された生産計画台数を生産ライン毎稼働日毎に割り振ることで設定され、各生産ラインにおいて設定された生産計画台数が確保できるように稼働時間が設定される。この際に、従来例においては、タクト時間の調整を考慮していない、すなわち設定変更可能なタクト時間を一意に設定しているので（図9）、設定される稼働日毎の稼働時間が必ずしも最適であるとは言えない。稼働時間が最適でないと作業員の労働時間も最適であるとは言えず、よって算出される人件費が最小になるとは言えない。

【0005】 本発明は以上のような問題を解決するためになされたものであり、その目的は、人件費をより正確に算出することによって生産工場における総人件費を最小に抑えることのできる生産計画の立案を可能にする生産計画立案方法を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 以上のような目的を達成するために、本発明に係る生産計画立案方法は、複数の生産ラインにより製品を生産するための生産計画を複数の稼働日を含む計画対象期間毎に立案する生産計画立案装置において、計画対象期間における生産計画量を生産ライン毎に割り振る生産ライン毎生産計画量仮決定ステップと、各生産ラインにおけるタクト時間と生産計画量と稼働時間との関係に基づき、仮決定した各生産ラインにおけるタクト時間及び生産ライン毎生産計画量に応じた当該計画対象期間における各生産ラインの稼働時間を求める稼働時間設定ステップと、設定された稼働時間に基づき各生産ラインにおいて必要とする作業員数を算出する作業員数算出ステップと、算出された作業員数を時間給の異なる各作業員種別に配分した後に各生産ラインにおける人件費を算出する生産ライン毎人件費算出ステップと、各生産ラインにおける人件費を集計することによって全生産ラインにおける総人件費を算出する総人件費算出ステップとを含み、各生産ラインに割り振る生産計画量、タクト時間及び作業員数の各作業員種別への配分数を調整しつつ最小となる総人件費を求めることを特徴とする。

【0007】 また、全生産ラインにおける総人件費をベトリネットモデルを用いて算出することを特徴とする。

【0008】 本発明においては、各作業員種別への配分数、タクト時間、各生産ラインへの生産計画台数の配分数を調整しながら種々の条件により総人件費を求める。そして、最終的に最小となる総人件費を求めることができる。更に、総人件費が最小となるとき各生産ラインにおける人件費、稼働時間、タクト時間、作業員数及び

作業員種別の配分が決まる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて、本発明の好適な実施の形態について説明する。本実施の形態では、複数の生産ラインを有する車両の生産工場において車両の生産を行うための生産計画を立案する場合を例にして説明する。

【0010】図1は、本発明に係る生産計画立案方法を実施する生産計画立案装置を示したブロック構成図である。車両の生産計画は、通常、月単位に生産計画を立案するが、この生産計画立案装置2は、生産計画のうち特に生産工場における総人件費が最小となる各生産ラインにおける生産計画台数、タクト時間、作業員配分及び人件費を求める装置であり、入力処理部4、総人件費算出処理部6、結果出力部8及びデータ一時保存部10を有している。

【0011】一般に、車両生産工場では、生産計画台数を各生産ラインに割り振り、その生産ライン毎の生産計画台数を達成するために各生産ラインにおいて必要な稼働時間や作業員数を決めて人件費を割り出し、その総和を求めることで当該月における総人件費を算出する。ところで、作業員は、正社員、期間工、アルバイトなど時間給の異なる種別で構成されているため、作業員数のみならず作業員種別の配分まで決めなければ人件費を算出することはできない。通常は、正社員よりアルバイトの方が時間給が低いので、アルバイトのみで作業員を構成すれば、その生産ラインにおける人件費は、計算上低く抑えることができるが、他の生産ラインにおける正社員構成数が増えてしまう。このため、結果的に各生産ラインにおける作業員種別の配分を適切にしなければならない。

【0012】本実施の形態において特徴的なことは、各生産ラインに割り振る生産計画台数、タクト時間及び作業員種別の構成比（当該生産ラインにおいて必要な作業員数の各作業員種別への配分数）をそれぞれ調整しながら最小となる総人件費を求めるようにしたことである。特に、タクト時間までも考慮したことにより正確な総人件費を算出することができる。

【0013】次に、本実施の形態における最小となる総人件費の算出処理について図2に示したフローチャートを用いて説明する。この処理では、最小となる総人件費と共に総人件費が最小となるとき各生産ラインにおける人件費、稼働時間、タクト時間、作業員数及び作業員種別の配分を結果として得ることができる。

【0014】まず、計画対象期間、すなわちある月の生産工場全体における生産計画台数は、事前に決定されているが、この生産計画台数が入力処理部4から入力されると、総人件費算出処理部6は、これを各生産ラインに割り振る（ステップ101）。各生産ラインにおける生産計画台数は、生産ラインの規模、仕様等を参考に適当

に割り振ることで仮決定される。この後、総人件費算出処理部6による以降に説明する処理は、総人件費を算出するまで生産ライン毎に行われる。

【0015】次に、各生産ラインにおけるタクト時間を仮決定すると（ステップ102）、仮決定した各生産ラインにおけるタクト時間及び生産計画台数に応じた当該月における各生産ラインの稼働時間が求まる（ステップ103）。なお、タクト時間は、生産ラインの生産能力によって決まる。以下、稼働時間を求める処理の詳細について説明する。

【0016】図3は、各生産ラインにおけるタクト時間と生産計画台数と稼働時間との関係をグラフで示した図である。このグラフにおける線12aは、稼働時間を最短、すなわち残業、休日出勤のない定時稼働時間のみで生産ラインを動かしたときのタクト時間と生産台数との関係を表している。線12bは、稼働時間を最長、すなわち残業、休日出勤共に最大限に行った場合の稼働時間で生産ラインを動かしたときのタクト時間と生産台数との関係を表している。タクト時間Tは、最小タクト時間（ $T_{min}$ ）と最大タクト時間（ $T_{max}$ ）の間で設定可能なので、線12a、12bとタクト時間 $T_{min}$ 、 $T_{max}$ で囲まれた領域（以下、可解領域）内でタクト時間、生産計画台数及び稼働時間を設定することができる。各生産ラインにおける生産計画台数は、既に仮決定されているので、適当な時間 $T_i$ に設定すると、図3に示したグラフに基づき稼働時間が求まる。本実施の形態では、生産計画台数が仮決定されているので、タクト時間を短くすると稼働時間が短くなる。稼働時間を求めることによって定時稼働時間のみで可能か、残業あるいは休日出勤が必要かがわかる。

【0017】以上の処理により、各生産ラインにおいて生産計画台数、タクト時間及び稼働時間が決まると、当該生産計画台数を生産するのに必要な作業員数を算出することができる（ステップ104）。稼働時間をタクト時間で除算した数と作業員数との積は一定となるからである。続いて、算出された作業員数を作業員種別に分配することで各作業員種別への配分数を仮決定する（ステップ105）。当該月における作業員種別毎の人数は既知の一定値であるため、これを上限として配分数を決定する。前述したように、最終的には生産工場全体における総人件費を最小とすることが本実施の形態の目的なので、アルバイトを多く採用することで一の生産ラインが極めて人件費を抑えることができたとしても意味がなく、各生産ラインへの配分バランスをも考慮しつつ仮決定する必要がある。このようにして、作業員種別の配分数が決まると、動員する各作業員数と稼働時間数を乗算することにより生産ラインにおける人件費を算出することができる（ステップ106）。

【0018】以上、各生産ライン毎に求めた人件費の総和を求めることで生産工場全体における総人件費を算出

することができる(ステップ107)。総人件費算出処理部6は、以上の処理により得られた総人件費が今までに求めた総人件費の中で最小であれば、その総人件費、各生産ラインにおける人件費、タクト時間、稼働時間、作業員数及び作業員種別毎の配分数をデータ一時保存部10に一時保存する(ステップ108, 109)。

【0019】ここで、上記処理においては、作業員種別の配分数を仮決定して各生産ラインにおける人件費を算出して総人件費を得た。このため、各作業員種別への配分数を変更すれば、算出される総人件費が更に小さくなる可能性がある。本実施の形態では、作業員を正社員、期間工、アルバイトという種別で構成しているので、各種別へ割り振る数を適宜増減させ、上記ステップ105～109を繰り返す行うことで仮決定した生産計画台数及びタクト時間における最小総人件費を得ることができる(ステップ110)。

【0020】次に、上記処理においては、タクト時間 $T_i$ に仮決定して最小となる総人件費を求めているが、今度は、仮決定していたタクト時間を変更すれば、算出される総人件費が更に小さくなる可能性がある。そこで、タクト時間を適宜増減させながら上記ステップ102～110を繰り返す行うことで仮決定した生産計画台数における最小総人件費を得ることができる(ステップ111)。

【0021】更に、上記処理においては、各生産ラインにおける生産計画台数を適宜に配分することで仮決定をし、最小となる総人件費を求めているが、今度は、仮決定していた各生産ラインにおける生産計画台数を変更すれば、算出される総人件費が更に小さくなる可能性がある。そこで、各生産ラインへの生産計画台数の配分数を適宜変更させながら上記ステップ102～110を繰り返す行うことで最小総人件費を得ることができる(ステップ112)。

【0022】以上のように、各作業員種別への配分数、タクト時間、各生産ラインにおける生産計画台数を適宜変更しながら総人件費の算出を試行することで、最終的に最小となる総人件費を得ることができ、また、総人件費が最小となるとき各生産ラインにおける人件費、稼働時間、タクト時間、作業員数及び作業員種別の配分を得ることができる。結果出力部8は、以降の処理結果を出力する。

【0023】ところで、上記説明では、計画対象期間月の生産工場全体における生産計画台数は、既に決定されている値であることを前提に説明したが、例えば、計画対象期間が月単位であるにもかかわらず生産計画台数は四半期で計画される場合がある。この場合は、ある月に

における生産ライン間の生産計画台数の配分を調整するのみならず、ある生産ラインにおける四半期内における各月への生産計画台数の配分をも考慮しなければならない。この場合は、図2に示したフローチャートに対して更に四半期で設定された生産計画台数を各月へ割り振り、仮決定する処理が加わることになる。この生産計画月と生産ラインとの関係を示した概念図を図4に示す。図4のグラフの中に示されている各グラフは、図3に相当するが、図3に示した可解領域がそれぞれの生産ライン独自に存在することを示している。

【0024】また、本実施の形態においては、上記説明したように作業員、タクト時間等の関係を導き総人件費を最小化させるためのモデルを、オブジェクト指向によるシステム分析設計法の一つであるベトリネットモデルとして表現し解くことができるようにしたことを特徴の一つとしている。図5は、本実施の形態における生産計画立案方法、特に最小総人件費を解くためのベトリネットモデルを示した図である。以下、図5に示したベトリネットモデルについて説明する。

【0025】プレース20-1～20-nは、時間給(給与)クラス $j$  ( $j=1, 2, \dots, n$ )に属する作業員の集合を表す。トランジション22-1～22-nは、その給与クラス $j$ から作業員を採用することを示す。プレース24-1a, 24-1b, 24-1c～24-na, 24-nb, 24-ncは、採用した $n$ 人の作業員を標準時間(ST)、残業有り(OT)、休日出動(HS)のいずれかの労働条件で働かされる状態を示す。トランジション26-1a, 26-1b, 26-1c～26-na, 26-nb, 26-ncは、上記各労働条件で働かせることを示す。プレース28-1, 28-2は、当該生産ラインにおけるタクト時間 $T_i$ ,  $T_j$ の状態を示す。プレース30は、当該生産ラインにおいて働く作業員の単位時間当たりの人件費を示す。トランジション32-1, 32-2は、それぞれ当該生産ラインでのタクト時間を $T_i$ から $T_j$ へ変更して標準時間のみ働かせた場合と残業又は休日出動を最大にして働かせた場合を示す。プレース34は、当該生産ラインにおける生産計画台数、タクト時間及び稼働時間を変化させたときの最小化すべき人件費の解空間を表す。そして、上記説明したベトリネットモデルを描画したシート36は、1つの生産ラインを表す。

【0026】以上のベトリネットモデルを数式モデルで表現すると以下ようになる。

【0027】

【数1】

$$\text{目標関数 } \min. f = \sum_i \sum_j \sum_k n_{ij} c_{jk} \sigma_{ik} \quad \dots\dots (1)$$

Subject to

$$T_i \times \sum_j n_{ij} = \alpha_i \quad (\text{一定}) \quad \dots\dots (2)$$

$$N_i = \sum_k \sigma_{ik} / T_i \quad \dots\dots (3)$$

$$\sum_i N_i = N \quad (\text{一定}) \quad \dots\dots (4)$$

$$\sum_j n_{ij} = n_{oj} \quad (\text{一定}) \quad \dots\dots (5)$$

【0028】式(1)は、右辺が人件費を表し、これを最小化することが収益を最大化することにつながる。ここで、 $n_{ij}$ は、生産ライン*i*で給与クラス*j*の作業員が働く人数であり、 $c_{jk}$ は、給与クラス*j*の一人当たりの労働条件*k*での人件費を表し、 $\sigma_{ik}$ は、労働条件*k*のもとで生産ライン*i*が稼働する時間を表す。式(2)は、生産ライン*i*におけるタクト時間 $T_i$ と作業員数との積が一定( $\alpha_i$ )であることを示す。式(3)は、生産ライン*i*における生産台数 $N_i$ は、稼働時間の合計をタクト時間 $T_i$ で除算することで求まることを示す。式(4)は、各生産ライン*i*における各生産台数の総和、すなわち生産工場における生産台数が一定( $N$ )であることを示す。式(5)は、各作業員種別の作業員数はそれぞれ一定( $n_{oj}$ )であることを示す。

【0029】以上、本実施の形態によれば、生産工場において最小となる総人件費を求めることができると共に、車両を生産するときに正社員、期間工等給与水準の異なる作業員をそれぞれどのような労働条件、労働時間に設定すれば人件費が最小限に抑えられるかを知ることができる。

【0030】

【発明の効果】本発明によれば、各作業員種別への配分数、タクト時間、各生産ラインにおける生産計画台数を\*

\*適宜変更しながら総人件費の算出を試行することで、最終的に最小となる総人件費を得ることができる。また、総人件費が最小となるとき各生産ラインにおける人件費、稼働時間、タクト時間、作業員数及び作業員種別の配分を決めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る生産計画立案方法を実施する生産計画立案装置を示したブロック構成図である。

20 【図2】 本実施の形態において最小となる総人件費の算出処理をフローチャートである。

【図3】 本実施の形態において各生産ラインにおけるタクト時間と生産計画台数と稼働時間との関係をグラフで示した図である。

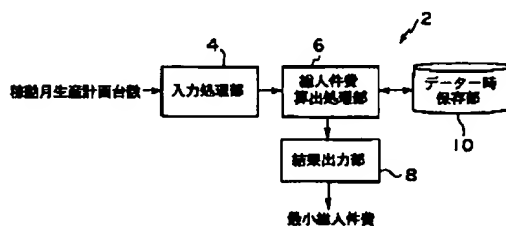
【図4】 本実施の形態において生産工場全体における各生産ラインと生産計画月との関係を示した概念図である。

【図5】 本実施の形態において最小となる総人件費を解くためのペトリネットモデルを示した図である。

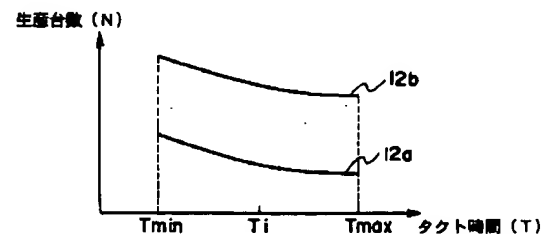
30 【符号の説明】

2 生産計画立案装置、4 入力処理部、6 総人件費算出処理部、8 結果出力部、10 データ一時保存部。

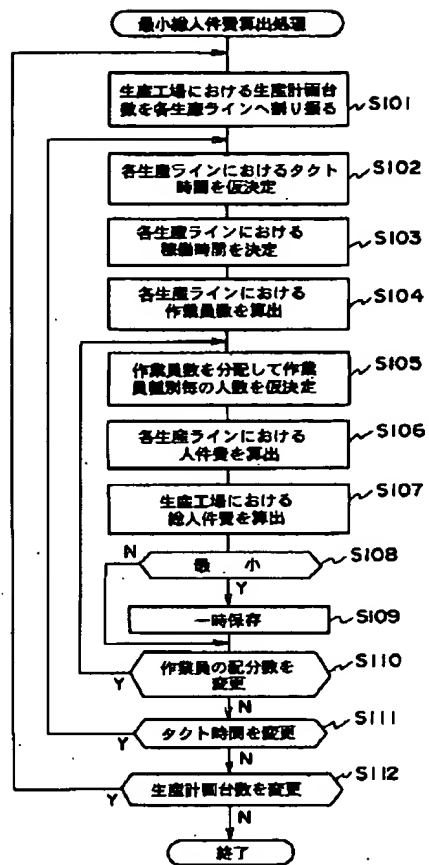
【図1】



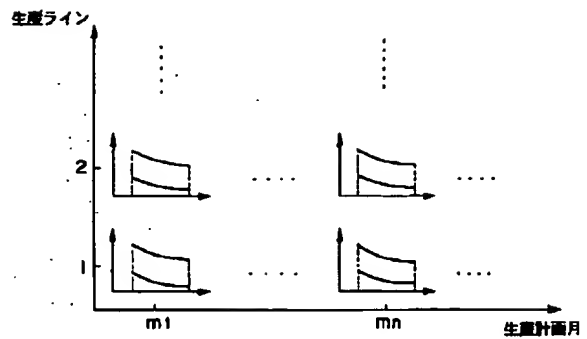
【図3】



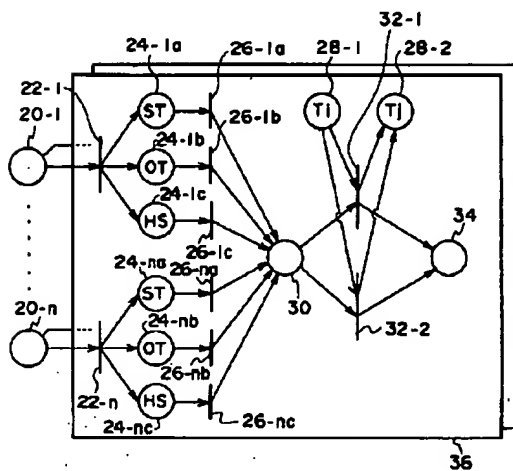
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 今藤 元寿  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

Fターム(参考) 5B049 BB07 CC11 CC21 EE31